

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-101810

(43)Date of publication of application : 13.04.1999

(51)Int.Cl.

G01N 37/00

G01B 21/30

H01J 37/26

H01J 37/28

(21)Application number : 09-264515

(71)Applicant : SEIKO INSTRUMENTS INC

(22)Date of filing : 29.09.1997

(72)Inventor : HASHIZUME ISAMU

YASUTAKE MASATOSHI

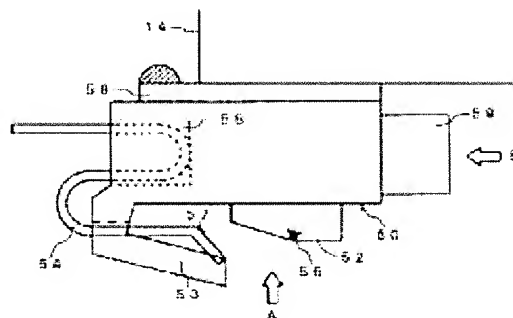
SATO YORIHIO

(54) CANTILEVER UNIT AND HOLDER THEREFOR AND SCANNING TYPE PROBE MICROSCOPE EQUIPPED THEREWITH

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cantilever unit enabling easy and correct installation of a self detection type cantilever and a holder for the unit and a scanning type probe microscope equipped with the unit and holder.

SOLUTION: Four grooves 55 are opened at one end of a cantilever unit holder 50, through which U-shaped parts of S-shaped elastic electrodes 54 are inserted. An electrode guide 53 is formed below the holder 50, which is cantilever supported to face a lower face of the holder via an estimated distance and notched at positions corresponding to the grooves 55 like teeth of a comb. One hand of the U-shaped part of each elastic electrode 54 is inserted to the groove 55, and a part from the other hand of the U-shaped part to an end part elastically protrudes into a gap from between the teeth of the electrode guide 53. A prism 59 is secured to the other end of the holder 50. A chamfered part is provided at the side of a wiring pattern of a substrate.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-101810

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月13日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 1 N 37/00

G 0 1 N 37/00

G

G 0 1 B 21/30

G 0 1 B 21/30

Z

H 0 1 J 37/26

H 0 1 J 37/26

37/28

37/28

X

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-264515

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月29日

(71) 出願人 000002325

セイコーインスツルメンツ株式会社

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(72) 発明者 橘 詰 勇

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコーインスツルメンツ株式会社内

(72) 発明者 安武 正敏

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコーインスツルメンツ株式会社内

(72) 発明者 佐藤 順紘

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコーインスツルメンツ株式会社内

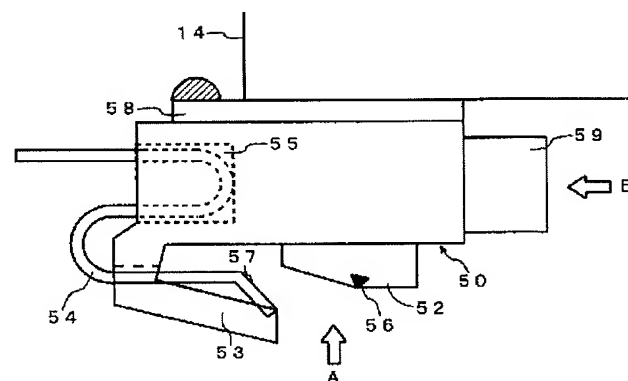
(74) 代理人 弁理士 林 敬之助

(54) 【発明の名称】 カンチレバーユニットおよびそのホルダならびにこれらを装備した走査型プローブ顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 自己検知型カンチレバーを容易かつ正確に装着できるようにしたカンチレバーユニットおよびそのホルダならびにこれらを装備した走査型プローブ顕微鏡を提供する。

【解決手段】 カンチレバーユニットホルダ50の一端には、S字型の弾性体電極54(54a~54d)のU字部が挿貫される4つの溝55が開口されている。ホルダ50の下方には、下面と予定の間隙を保って対向配置されるように片持ち支持され、各溝55と対応する位置が欠けた櫛歯状の電極ガイド53が形成されている。各弾性体電極54は、その一方のU字部がそれぞれ各溝55に挿貫され、他方のU字部から端部に至る部分は、電極ガイド53の櫛歯間から間隙内へ弾性的に突出している。ホルダ50の他端にはプリズム59が固着されている。また基板80の配線パターン82a側に面取り部84を設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 片持ち梁の自由端に探針が形成されたカンチレバー部および前記カンチレバー部の撓み量を検知する検知部を備えた自己検知型カンチレバーと、前記自己検知型カンチレバーを、なくとも前記カンチレバー部の自由端が端部から突出するように保持する基板と、前記基板の表面に形成され、前記検知部と電氣的に接続された複数のコンタクトパターンとを具備したことを特徴とするカンチレバーユニット。

【請求項2】 前記複数のコンタクトパターンは基板端部から所定の間隙を設けて形成され、コンタクトパターンのある基板端部に面取り部を有することを特徴とする請求項1に記載のカンチレバーユニット。

【請求項3】 前記請求項1または2に記載のカンチレバーユニットを保持するカンチレバーユニットホルダであって、正規の位置に配置されたカンチレバーユニットのコンタクトパターンに圧接されるように位置決めされた弾性体電極を具備し、前記カンチレバーユニットは、カンチレバーユニットホルダに対して前記弾性体電極の圧接力によって保持されることを特徴とするカンチレバーユニットホルダ。

【請求項4】 前記カンチレバーユニットホルダは、その一主面と予定の間隙を保って対向配置されるように一端がカンチレバーユニットホルダに対して片持ち支持された櫛歯状の電極ガイドを具備し、前記弾性体電極は、前記電極ガイドの櫛歯部から間隙内へ弾性的に突出し、前記カンチレバーユニットを前記間隙内でカンチレバーユニットホルダの一主面側へ圧接することを特徴とする請求項3に記載のカンチレバーユニットホルダ。

【請求項5】 前記カンチレバーユニットの端面には第1の目印が形成されており、前記カンチレバーユニットホルダには、正規の位置に保持されたカンチレバーユニットの前記第1の目印と対向する位置に第2の目印が形成されたことを特徴とする請求項3または4に記載のカンチレバーユニットホルダ。

【請求項6】 正規の位置に保持されたカンチレバーユニットのカンチレバー部の自由端と交差して当該自由端の変移方向に沿った仮想光軸を、当該仮想光軸外へ光学的に屈折させる光屈折部材をさらに具備したことを特徴とする請求項3ないし5のいずれかに記載のカンチレバーユニットホルダ。

【請求項7】 前記請求項3ないし6のいずれかに記載のカンチレバーユニットホルダを装備し、当該カンチレバーユニットホルダで保持したカンチレバーユニットの自己検知型カンチレバーを、試料表面と探針との間隙を予定値に保ちながら試料表面で走査することを特徴とする走査型プローブ顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自身の撓み量に応答した電気信号を出力する自己検知型カンチレバーを備えたカンチレバーユニットおよびそのホルダならびにこれらを装備した走査型プローブ顕微鏡に係り、特に、自己検知型カンチレバーを容易かつ正確に装着できるようにしたカンチレバーユニットおよびそのホルダ並びにこれらを装備した走査型プローブ顕微鏡に関する。

10 【0002】

【従来の技術】AFM等の走査型プローブ顕微鏡では、試料表面とプローブとの間の相互作用を利用して試料表面の微細な組織や構造を検出するために、片持ち梁の先端に探針を装着したカンチレバーがプローブとして使用される。試料表面と探針との間には、原子間力に基づく引力または斥力が発生するので、探針を試料表面でXY方向へ走査させながら原子間力をカンチレバーの歪量として検出し、この歪量すなわち試料表面と探針との間隙が一定となるように試料ステージをZ軸方向へ微動させれば、その際の微動信号、あるいは検出された歪量そのものが試料表面の形状を代表するようになる。

20

【0003】図13は、従来の走査型プローブ顕微鏡のカンチレバー部の構成を模式的に示した図であり、観察対象である試料64の上方には、カンチレバー63の自由端に取り付けられた探針65が対向して配置される。レーザ発生器61から放出されたレーザ光66aは適宜のレンズ手段67またはアパーチャ等によって収束され、カンチレバー63の自由端近傍の背面に照射される。カンチレバー63の撓み量は、反射されたレーザ光66bのスポット位置を位置検出器62で測定することにより検出される。

【0004】位置検出器62は、例えば4分割された光検出電極から構成されており、カンチレバー63の撓み量が0の時にはレーザ光66bのスポットが該4分割電極の中央に来るように位置合わせされている。このため、カンチレバー63に撓みが発生すると、該レーザ光66bのスポットが該4分割電極上を移動し、4分割電極から出力される電圧に差が発生する。

【0005】

40 【発明が解決しようとする課題】上記したように、カンチレバーの撓み量を光学的に検出する方法では、構成が複雑化して調整も難しいという問題があった。そのため、近年になって撓み量を検知するセンサ機能をカンチレバー上に設け、検知した撓み量を電気信号として直接出力し得る特徴を持った自己検知型のカンチレバーが開発されている。

50 【0006】このような自己検知型のカンチレバーによれば、高価な光学系や複雑な調整が不要となるが、その反面、電気信号を出力するためにカンチレバー側に設けた電気接点と、カンチレバーを保持するために走査型プ

ローブ顕微鏡側に設けたホルダの電気接点とが正確に接触するように、ホルダに対してカンチレバーを正確に位置決めして固定する必要がある。

【0007】一方、カンチレバーの平均的な交換頻度は1回/日であるため、カンチレバーはホルダに対して容易に着脱できるように保持することが望ましい。しかしながら、これまでは走査型プローブ顕微鏡に用いる自己検知型カンチレバーが普及しておらず、その装着を容易かつ正確に行えるカンチレバーホルダは存在しなかった。

【0008】本発明の目的は、上記した従来技術の問題点を解決し、自己検知型カンチレバーを容易かつ正確に装着できるようにするためのカンチレバーユニット、当該カンチレバーユニットを保持するためのホルダならびにこれらを装備した走査型プローブ顕微鏡を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明では、以下のような手段を講じた点に特徴がある。

(1) 本発明のカンチレバーユニットは、自己検知型カンチレバーと、前記自己検知型カンチレバーを保持する基板と、前記検知部と電気的に接続されて基板表面に形成された複数のコンタクトパターンとによって構成される。このようなカンチレバーユニットを用いれば、自己検知型カンチレバーを、そのホルダに対して機械的、電氣的に容易かつ正確に装着できるようになる。

(2) 本発明のカンチレバーユニットホルダは、正規の位置に配置されたカンチレバーユニットのコンタクトパターンに圧接されるように位置決めされた弾性体電極を具備し、前記カンチレバーユニットを、カンチレバーユニットホルダに対して前記弾性体電極の圧接力によって保持するようにした。このようなカンチレバーユニットホルダによれば、自己検知型カンチレバーを有するカンチレバーユニットを機械的にも電氣的にも容易かつ正確に装着できるようになる。

(3) 本発明の走査型プローブ顕微鏡は、前記カンチレバーユニットホルダで保持されたカンチレバーユニットの自己検知型カンチレバーを、試料表面と探針との間隙を予定値に保ちながら試料表面で走査する。このような走査型プローブ顕微鏡によれば、走査プローブとしての自己検知型カンチレバーを、その機械的および電氣的な接続を良好に保ちながら、ホルダに対して容易かつ正確に着脱できるようになる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態である走査プローブ顕微鏡の主要部の構成を示した図である。筐体1の上部には第1の永久磁石2が装着され、永久磁石2の中央部には、環状溝5で囲まれた心棒部3が形成され

ている。永久磁石2の心棒部3にはキャップ状の可動子4が遊嵌され、可動子4の外周部にはボイスコイル6が巻回されている。永久磁石2、心棒部3、可動子4およびボイスコイル6は、音響用スピーカ等で使用されているボイスコイルモータを形成している。

【0011】前記可動子4の閉塞端4aの中央部には、z方向に延びるスピンドル8の一端が固着されている。スピンドル8の他端には、固定端が中筒13によって支持された片持ち梁14の自由端が固着されている。片持ち梁14には、後に図3～5を参照して詳述するカンチレバーユニットホルダ50が固着されており、ホルダ50には、後に図6、7を参照して詳述する、自己検知型カンチレバーを搭載したカンチレバーユニット10が保持されている。

【0012】前記筐体1の側面には、また、第2の永久磁石21が装着され、永久磁石21の中央部には、環状溝28で囲まれた心棒部22が形成されている。心棒部22にはキャップ状の可動子23が遊嵌され、可動子23の外周部にはボイスコイル25が巻回されている。第2の永久磁石21、心棒部22、可動子23およびボイスコイル25は前記と同様のボイスコイルモータを形成している。

【0013】可動子23にはx方向のスピンドル27の一端が固着され、スピンドル27の他端は中筒13の側部に固着されている。このボイスコイルモータは主走査方向(X方向)のスピンドル27に作用するが、図示されていない同構成のボイスコイルモータが90°回転した位置に設けられており、副走査方向(Y方向)のスピンドルに作用する。そして、前記主および副走査方向のボイスコイルモータを駆動することにより、カンチレバーユニット10の自由端に設けられた探針10aは試料表面に対してラスタ走査される。探針10aと対向する位置には試料台31が設けられ、試料台31上には観察対象の試料32が載置されている。該試料台31は試料ステージ33上に設置されている。

【0014】図2は、図1の走査プローブ顕微鏡の接続される駆動回路系のブロック図であり、図1と同一の符号は同一または同等部分を表している。探針10aの変位、例えばプローブ10の撓み量が変位検出器49で検出されると、その検出信号が基準値発生器42から出力される基準値と差動増幅器41によって比較される。該基準値は、探針10aと試料面との距離が所定値になった時に変位検出器49から出力される値と等しいので、探針10aと試料面との距離が所定値からずれている時には、差動増幅器41はずれ量に応じた大きさの信号を出力する。

【0015】差動増幅器41から出力された差分信号は積分回路43および比例回路44により処理され、V-I変換器45に入力される。V-I変換器45は、入力された電圧信号を電流信号I_zに変換してボイスコイル

6へ供給する。すなわち、変位検出器49、差動増幅器41、積分回路43、比例回路44およびV-I変換器45はフィードバック回路を構成している。

【0016】一方、ラスタスキャナ46は主および副走査方向の走査信号電流 I_x 、 I_y を、それぞれX方向可動子23およびY方向可動子34に巻回されているボイスコイル25、35に供給する。また、ラスタスキャナ46はCRT47にX、Y走査信号を供給する。試料表面の形状、物理量等の検査情報は、V-I変換器45の入力側から取り出されてCRT47に供給される。

【0017】図3は、本発明の一実施形態である前記カンチレバーユニットホルダ50の側面図であり、図4は図3のA矢図であり、図5は図3のB矢図である。本実施形態では、カンチレバーユニットホルダ50は圧電素子板58を介して前記片持ち梁14に固定されている。この圧電素子板58は、生物分子等の柔らかい試料の観察時にカンチレバーを共振させる目的で設けられている。

【0018】ホルダ50の一方の側面には、S字型の弾性体電極54(54a~54d)のU字部がそれぞれ挿貫される4つの溝55が形成されている。ホルダ50の下方には、本体と予定の間隙を保って対向するように櫛歯状の電極ガイド53が片持ち支持されている。電極ガイド53の櫛歯は、前記各溝55と対応する位置が欠けるように構成されている。

【0019】各弾性体電極54は、図示したように、一方のU字部がそれぞれ各溝55に挿貫され、他方のU字部から端部に至る部分は、その屈曲部57が電極ガイド53の櫛歯間から間隙内へ弾性的に突出している。ホルダ50の他方の側面にはプリズム59が固着されており、下方にはカンチレバー台52が形成されている。次いで、本発明の一実施形態であるカンチレバーユニットについて説明する。図6は、自己検知型カンチレバーを搭載したカンチレバーユニット10の平面図であり、図7は図6の側面図である。基板80の端部には面取り84が設けてある。面取り84を設けることにより、基板の挿入をスムーズに行うことができる。また屈曲部57に損傷を与えることなくするため、信頼性が向上する。

【0020】本発明のカンチレバーユニット10は、図7に示したように、厚板状のシリコン基板72と薄板状のシリコン基板71とを積層し、薄板状シリコン基板71の一端から突き出た片持ち梁部71aの自由端に探針10aが形成された自己検知型カンチレバー70と、図6に示したように、前記カンチレバー70の少なくとも片持ち梁部71aが端部から突き出すように当該カンチレバー70を保持するガラスエポキシ基板80とによって構成されている。

【0021】シリコン基板71の探針10aが形成された主面には、梁部71aの撓み量に応答した電気信号を出力する検知回路(図示せず)、ならびに当該検知回路

の電源ライン用および信号ライン用のボンディングパッド72が形成されている。ガラスエポキシ基板80の表面には、複数の配線パターン82が形成されており、各配線パターン82の一端には、前記カンチレバーユニットホルダ50の各電極54の屈曲部57が圧接されるコンタクトパターン82aが形成され、他端にはボンディングパッド82bが形成されている。

【0022】シリコン基板71のボンディングパッド72とガラスエポキシ基板80のボンディングパッド82bとはボンディングワイヤ83で接続され、ボンディングワイヤ83および各ボンディングパッド72、82bには樹脂モールド81が施されている。このようなカンチレバーユニット10を前記ホルダ50へ装着する際、作業者はピンセットあるいは適宜の専用治具を用いてカンチレバーユニット10を水平状態に保ってつまみ、図8に示したように、カンチレバー台52と電極ガイド53との間隙部へ下方から斜め上方へ向けて挿入する。カンチレバー台52の側面およびカンチレバーユニット10のガラスエポキシ基板80の側面には、カンチレバーユニット10がホルダ50に対して正規の位置まで挿入されたときに合致する位置決めマーク52a、80aがそれぞれ形成されている。作業者は、図9に示したように、挿入したカンチレバーユニット10のマーク52aがホルダ50側のマーク80aと合致していれば、カンチレバーユニット10がホルダ50に対して正規の位置まで挿入されたものと判断する。

【0023】カンチレバーユニット10は、間隙内に弾性的に突出した電極54の弾性力に抗して挿入されるため、間隙内へ挿入された後は、その弾性力によってカンチレバー台52側へ押しつけられ、電極54とカンチレバー台52とによって挟持されることになる。各電極54は、カンチレバーユニット10が正規の位置まで挿入されると、その屈曲部57がガラスエポキシ基板80の各コンタクトパターン82aと接触するように予め位置決めされている。したがって、前記各位置決めマーク52a、80aが合致するようにカンチレバーユニット10をホルダ50に対して挿入しさえすれば、カンチレバーユニット10を機械的にも電氣的にも容易かつ正確に装着できるようになる。

【0024】さらに、本実施形態では前記図6に示したように、コンタクトパターン82aがガラスエポキシ基板80の挿入方向の先端部から予定の距離d3だけ離間して形成されているので、カンチレバーユニット10の挿入が不完全であると、コンタクトパターン82aが電極54の屈曲部57まで到達しない。この結果、電氣的な接触が得られずに検知信号が異常となるので、検知信号を参照することによっても、カンチレバーユニット10が正規の位置に保持されているか否かを認識できるようになる。

【0025】次いで、前記プリズム59を利用して探針

10 aを試料表面の所望位置に位置決めする方法を、図10、11、12を参照して説明する。図12に示したように、プリズム59は、その鏡面59 aが試料表面に対して傾斜するように固定されており、試料表面から垂直に探針10 aを通る仮想光軸L1が斜め上方へ屈折されて仮想光軸L2となる。したがって、図10に示したように、光学顕微鏡90の光軸91 aと前記仮想光軸L2とを一致させれば、光学顕微鏡90では、図11(a)に示したように、探針10 aの真上から試料表面を見下ろした像が観察でき、試料表面での探針10 aの位置決めが極めて容易になる。

【0026】また、図10に破線で示したように光学顕微鏡90を下方へ移動し、その光軸90 bが探針10 aと交差するようにすれば、図11(b)に示したように、探針10 aと試料表面との垂直方向に関する位置関係を観察できるようになる。なお、本実施形態では、図12に示したように、カンチレバーユニットホルダ50の幅d1とカンチレバーユニット10の幅d2とがほぼ等しいので、両者の端面が揃うようにカンチレバーユニット10を挿入すれば、幅方向の位置決めも同時に達成される。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、以下のような効果が達成される。

(1) カンチレバーユニットの電極パターンに圧接されて電氣的接触を得る弾性体電極によってカンチレバーユニットを挟持するようにしたので、自己検知型カンチレバーを機械的にも電氣的にも容易かつ正確に装着できるようになる。

(2) カンチレバーユニットホルダにプリズムを設け、試料表面から垂直に探針を通る光軸を屈折させて外部に取り出すようにしたので、この光軸を光学顕微鏡と光軸と一致させれば、探針の真上から試料表面を見下ろした像を観察でき、試料表面での探針の位置決めが極めて容易になる。

(3) カンチレバーユニットおよびホルダの双方に、カンチレバーユニットが正規の位置まで挿入されたときに合致するマークを設けたので、カンチレバーユニットが正規の位置まで挿入されたことを目視により簡単に認識できる。

(4) カンチレバーユニットのコンタクトパターンを端部から離間して設け、カンチレバーユニットが正規の位置まで挿入されないと、ホルダ側の電極とコンタクトパタ

ーンとが接触しないようにしたので、電極上の信号を参照すれば、カンチレバーユニットが正規の位置まで挿入されているか否かを容易に認識できる。

(5) 走査型プローブ顕微鏡用の走査プローブとして自己検知型カンチレバーを用い、これを前記カンチレバーユニットホルダで保持するようにしたので、走査プローブとしてのカンチレバーを、ホルダに対して機械的にも電氣的にも容易かつ正確に装着できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のカンチレバーユニットホルダを備えた走査プローブ顕微鏡の主要部の構成を示した図である。

【図2】図1の走査プローブ顕微鏡の駆動回路系のブロック図である。

【図3】本発明のカンチレバーユニットホルダの側面図である。

【図4】図3のA矢視図である。

【図5】図3のB矢視図である。

【図6】自己検知型カンチレバーを搭載した本発明のカンチレバーユニットの平面図である。

【図7】図6のカンチレバーユニットの側面図である。

【図8】カンチレバーをホルダへ装着する方法を示した図である。

【図9】カンチレバーユニットが装着されたホルダの側面図である。

【図10】光学顕微鏡を用いて探針の位置を観察する方法を示した図である。

【図11】光学顕微鏡による観察像を示した図である。

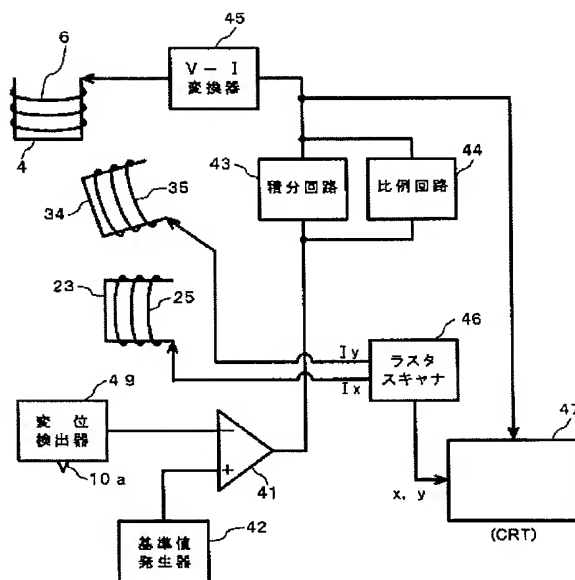
【図12】ホルダに設けたプリズムの機能を説明するための図である。

【図13】従来の走査型プローブ顕微鏡の構成を模式的に示した図である。

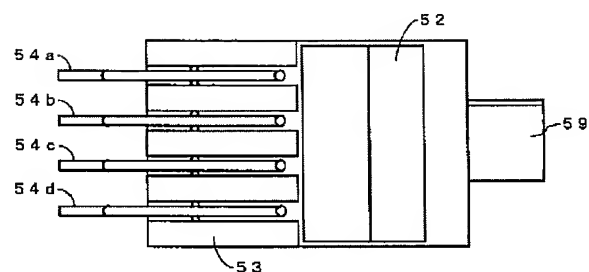
【符号の説明】

- 10 カンチレバーユニット
- 10 a 探針
- 50 カンチレバーユニットホルダ
- 52 カンチレバー台
- 52 a, 80 a 位置決めマーク
- 53 電極ガイド
- 54 弾性体電極
- 59 プリズム
- 70 自己検知型カンチレバー
- 80 ガラスエポキシ基板

【図 2】

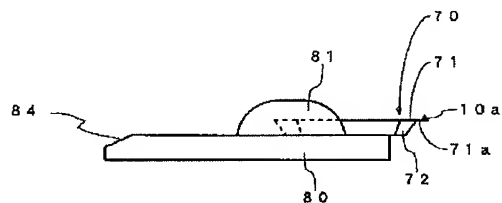
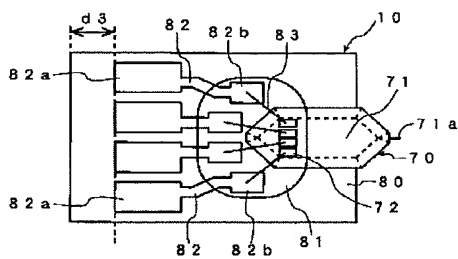


【図 4】

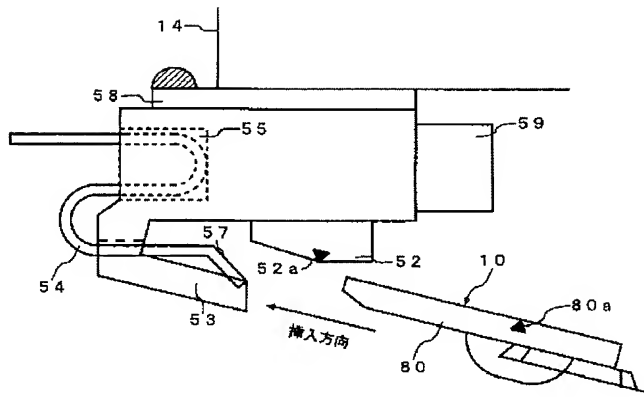


【图7】

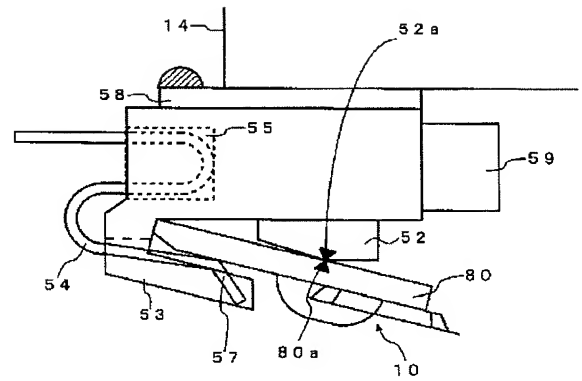
【図 6】



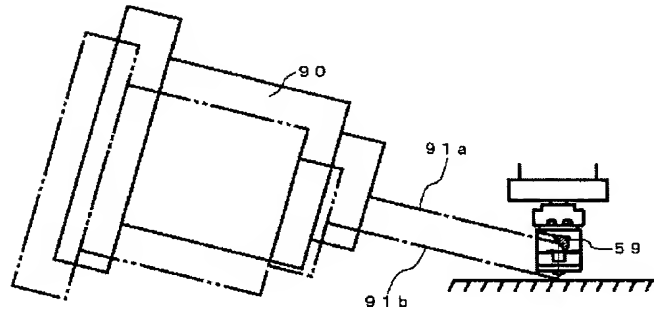
【図 8】



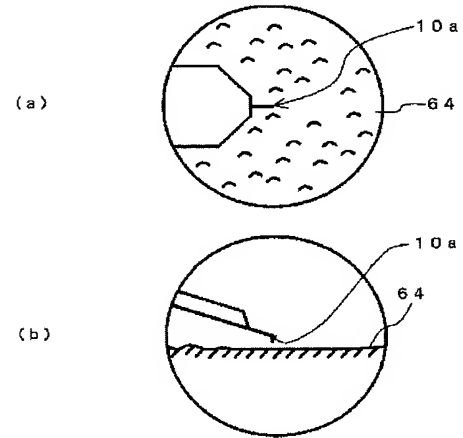
【図 9】



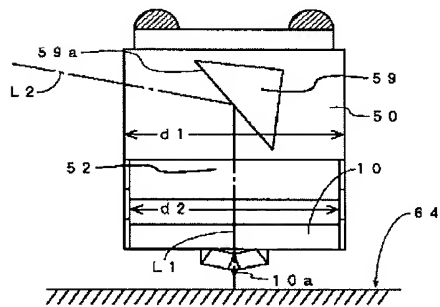
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 13】

